

CONCISE EXPLANATION FOR DE 40 34 017

DE 40 34 017 relates to a method for detecting errors in the transmission of frequency coded digital signals. From the frequency coefficients of previous and, in some cases, future frames, an error function is formed on the basis of which the occurrence of an error can be detected. An erroneous frequency coefficient is no longer included in the evaluation of subsequent frames.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# (12) Offenlegungsschrift

## (10) DE 40 34 017 A1

(51) Int. Cl. 5:

H 03 M 13/00

H 03 M 7/30

H 04 L 1/20

(21) Aktenzeichen: P 40 34 017.1

(22) Anmeldetag: 25. 10. 90

(23) Offenlegungstag: 30. 4. 92

(71) Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

(74) Vertreter:

Münich, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.;  
Steinmann, O., Dr., Rechtsanw., 8000 München

(72) Erfinder:

Herre, Jürgen; Seitzer, Dieter, 8520 Erlangen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zum Erkennen von Fehlern bei der Übertragung von frequenzcodierten digitalen Signalen

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern bei der Übertragung von frequenzcodierten digitalen Signalen und insbesondere von Audiosignalen, die blockweise von einem Sender zu einem Empfänger übertragen werden. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß aus den Frequenzkoeffizienten zurückliegender sowie gegebenenfalls zukünftiger Blöcke eine Fehlerfunktion gebildet wird, anhand derer das Auftreten eines Fehlers ermittelt wird, und daß der mit einem Fehler behaftete Frequenzkoeffizient für die Bewertung nachfolgender Blöcke nicht mehr herangezogen wird.

DE 40 34 017 A1

BEST AVAILABLE COPY

DE 40 34 017 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern bei der Übertragung von frequenzcodierten digitalen Signalen und insbesondere von Audiosignalen, die blockweise von einem Sender zu einem Empfänger übertragen werden.

Verfahren, bei denen beispielsweise Audiosignale frequenzcodiert übertragen werden, sind allgemein bekannt. Nur beispielhaft sei auf die PCT-Veröffentlichungen WO 88/0 01 811 und WO 89/08 357 verwiesen. Auf diese Druckschriften wird im übrigen zur Erläuterung aller hier nicht näher erläuterten Begriffe ausdrücklich Bezug genommen.

Die in diesen Druckschriften beschriebenen Verfahren benutzen eine geeignete Abbildungstechnik, z. B. Filterbänke, FFT, DCT, MDCT etc. Ist die Übertragung der Daten fehlerhaft, so treten im Empfänger Störungen auf, wie beispielsweise Blubbern, Glucksen usw.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern bei der Übertragung von frequenzcodierten digitalen Signalen und insbesondere von Audiosignalen, die blockweise von einem Sender zu einem Empfänger übertragen werden, anzugeben, das einfach und dennoch subjektiv relativ störungsfrei arbeitet.

Eine erfundungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben.

Erfundungsgemäß wird aus den Frequenzkoeffizienten zurückliegender sowie gegebenenfalls zukünftiger Blöcke eine Fehlerfunktion gebildet, anhand derer ermittelt wird, ob bei der Übertragung ein Fehler aufgetreten ist. Wenn festgestellt wird, daß ein Frequenzkoeffizient mit einem Fehler behaftet ist, wird dieser für die Bewertung nachfolgender Blöcke nicht mehr herangezogen.

Gemäß Anspruch 2 können für die Fehlerfunktion auch andere Frequenzkoeffizienten des überprüften Blocks herangezogen werden, die insbesondere die Frequenzkoeffizienten niedrigerer Ordnungsnummer als die des überprüften Frequenzkoeffizienten sein können (Anspruch 3).

Das erfundungsgemäße Verfahren erlaubt damit das sichere Erkennen von Fehlern, ohne daß Zusatzinformationen in der Übertragung notwendig wären. Da die Korrektur unter Heranziehung zeitlich und frequenzmäßig benachbarter transformierter Werte erfolgt, ist das erfundungsgemäße Verfahren anwendbar auf alle Arten von Abbildungstechniken und unabhängig vom spezifischen inneren Aufbau des Übertragungssystems.

Vor allem aber erlaubt das erfundungsgemäße Verfahren nicht nur das Erkennen eines Fehlers, sondern auch dessen Korrektur. Hierzu wird der mit einem Fehler behaftete Frequenzkoeffizient durch einen Näherungswert ersetzt, der aus dem als fehlerfrei erkannten und den korrigierten Werten der zuvor als fehlerbehaftet erkannten Frequenzkoeffizienten sowie aus den aktuellen noch nicht bewerteten Frequenzkoeffizienten dieses und benachbarter Blöcke gebildet wird.

Die Erfindung wird nachstehen anhand eines Beispieles ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens beschrieben:

Wie bereits ausgeführt, werden bei dem erfundungsgemäßen Verfahren die im Empfänger auftretenden empfangenen bzw. blockweise rekonstruierten Werte im Frequenzbereich betrachtet, bevor sie in den Zeitbereich zurücktransformiert werden. Dabei werden die Werte mehrerer zurückliegender und eventuell zukünf-

tig zu rekonstruierender Blöcke gespeichert; die Werte zukünftig zu rekonstruierender Blöcke stehen dabei durch eine entsprechende Verzögerung der Rekonstruktion zur Verfügung.

Sei  $x(i, k)$  der i-te Frequenzkoeffizient des k-ten Blöckes, so wird durch eine Funktion

$$F(i, k) = f(x(i-d1 \dots i+d2, k-d3 \dots k+d4))$$

entschieden, ob  $x(i, k)$  als fehlerhaft angenommen wird. Dabei kann beispielsweise bei einem Übertragungssystem, das mit einer MDCT-Transformation arbeitet,  $d1 = d2 = 4$ ,  $d3 = 2$  und  $d4 = 0$  gewählt werden, d. h. es erfolgt eine Betrachtung von je vier benachbarten Frequenzlinien im aktuellen und in beiden vergangenen Blöcken.

Als Fehlerfunktion kann die Funktion  $F(i, k)$  verwendet werden:

$$20 \quad F(i, k) = |x(i, k)| > 2,5 * \text{Max}(|x(m, n)|)$$

mit

$x(i, k)$  bzw.  $x(m, n)$  i-ter bzw. m-ter Frequenzkoeffizient des k-ten bzw. n-ten Blocks, und  
 $i-4 \leq m \leq i+4$  sowie  $k-2 \leq n \leq k$ .

Tritt ein Fehler auf, so wird für  $x(i, k)$  der Wert einer Schätzfunktion

$$30 \quad G(i, k) = g(x(i-h1 \dots i+h2, k-h3 \dots k+h4)).$$

Im Falle einer MDCT-Transformation können dabei die Größen wie folgt gewählt werden:

$$\begin{aligned} h1 &= d1 \\ h2 &= d2 \\ h3 &= d3 \\ h4 &= d4 \end{aligned}$$

Als Schätz- bzw. Näherungsfunktion kann folgende Funktion verwendet werden:

$$40 \quad G(i, k) = \text{sign}(x(i, k)) * \text{Max}(|x(m, n)|)$$

mit

$x(i, k)$  bzw.  $x(m, n)$  i-ter bzw. m-ter Frequenzkoeffizient des k-ten bzw. n-ten Blocks, und  
 $i-4 \leq m \leq i+4$  sowie  $k-2 \leq n \leq k$  und  
 $i \neq m$  sowie  $k \neq m$ .

Bei dem vorstehend erläuterten Beispiel erfolgt die Fehlererkennung und Fehlerkorrektur ohne Zugriff auf in der Zukunft liegende Frequenzkoeffizienten  $x(i, k)$ , so daß keine Verzögerung des Ausgangssignals erforderlich ist.

Weiterhin wird der korrigierte Wert nicht nur zur Beurteilung anderer Werte herangezogen und dazu im Speicher gelöscht.

Vorstehend ist die Erfindung anhand eines Beispiels beschrieben worden; selbstverständlich sind die verschiedenen Modifikationen möglich:

So können zur Analyse, ob ein Wert fehlerhaft ist, Kriterien aus der Analyse der übertragenen Kanaldaten herangezogen werden, wie Quersummen, Fehlerbedingung aus der Decodierung fehlerkorrigierender Codes usw.

Die Wahl der Parameter d1..4, h1..4 sowie der Entscheidungs- und Schätzfunktion F bzw. G hängt von der verwendeten Abbildungstechnik, von der zulässigen Verzögerungszeit, vom Speicherplatzbedarf und von der Größe der erwarteten Störung ab.

In jedem Falle wird jedoch durch die zweidimensionale Betrachtung der transformierten Werte in Frequenz und Zeit die Verfälschung des Signals durch Fehler auf ein Mindestmaß reduziert. Singular auftretende, psychoakustisch auffällige Störspitzen werden durch das Verfahren unterdrückt, ein plötzliches Ansteigen des Signalpegels wird jedoch aufgrund der Betrachtung frequenzmäßig benachbarter Werte nicht als Fehler interpretiert.

## Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Erkennen von Fehlern bei der Übertragung von frequenzcodierten digitalen Signalen und insbesondere von Audiosignalen, die blockweise von einem Sender zu einem Empfänger übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Frequenzkoeffizienten zurückliegender sowie gegebenenfalls zukünftiger Blöcke eine Fehlerfunktion gebildet wird, anhand derer das Auftreten eines Fehlers ermittelt wird, und daß der mit einem Fehler behaftete Frequenzkoeffizient für die Bewertung nachfolgender Blöcke nicht mehr herangezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Fehlerfunktion auch andere Frequenzkoeffizienten des überprüften Blocks herangezogen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Fehlerfunktion nur Frequenzkoeffizienten niedrigerer Ordnungsnummer herangezogen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Fehlerfunktion die Funktion  $F(i, k)$  verwendet wird

40

$$F(i, k) = |x(i, k)| > 2,5 * \text{Max}(|x(m, n)|$$

mit

$x(i, k)$  bzw.  $x(m, n)$  i-ter bzw. m-ter Frequenzkoeffizient des k-ten bzw. n-ten Blocks, und  
 $i-4 \leq m \leq i+4$  sowie  $k-2 \leq n \leq k$

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mit einem Fehler behaftete Frequenzkoeffizient durch einen Näherungswert ersetzt wird, der aus den als Fehler-frei erkannten sowie den korrigierten Werten der zuvor als Fehler-behaftet erkannten Frequenzkoeffizienten dieses und benachbarter Blöcke gebildet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Näherungsfunktion die Funktion  $G(i, k)$  verwendet wird,

60

$$G(i, k) = \text{sign}(x(i, k)) * \text{Max}(|x(m, n)|$$

mit

$x(i, k)$  bzw.  $x(m, n)$  i-ter bzw. m-ter Frequenzkoeffizient des k-ten bzw. n-ten Blocks, und  
 $i-4 \leq m \leq i+4$  sowie  $k-2 \leq n \leq k$  und  
 $i \neq m$  sowie  $k \neq m$ .

**— Leersseite —**